

Tribologija – doprinos manjem zagađenju i većem zdravlju

Tribologija kao znanost i tehnologija koja proučava pojave na i između površina koje su u međusobnom gibanju, u današnje vrijeme igra sve veću ulogu u mnogim područjima suvremenog života. Neposredna i jako važna uloga tribologije je smanjenje štetnih emisija iz motora s unutarnjim izgaranjem, te sukladno tome utjecaj na izradu sve strožih specifikacija za maziva ulja i goriva. Kod mazivih ulja se to odnosi prvenstveno na smanjenje sadržaja ukupnog pepela, manje sumpornih i fosfornih spojeva, kao i smanjenje hlapljivosti ulja, a da se pri tome ne smanjuju njihova svojstva dobrog podmazivanja i kod povišenih radnih temperatura. Posljedice tih nastojanja se najbolje vide u većim urbanim sredinama s gustim prometom, gdje su zahvaljujući boljoj kvaliteti mazivih ulja smanjene količine neizgorenih ugljikovodika, čađe i kiselih plinova. Možda su manje uočljiva poboljšanja u smanjenju trošenja i trenja, a kao poboljšanje toga su ušteda energije i smanjenje ispušnih plinova, te njihov manje štetan sastav. Do sada se nastojalo smanjiti trenje kod motornih ulja i na taj način uštedjeti na energiji, no sada se to isto nastoji učiniti i kod drugih mazivih ulja koja se koriste kod automobila, kao što su hipoidna i transmisijska ulja i tekućine.

Isto se tako nastoji zamijeniti klasična maziva ulja dobivena iz ugljikovodika biorazgradljivim uljima i mastima tamo gdje bi njihovo korištenje moglo utjecati na onečišćenje okoliša. Prvenstveno se to odnosi na podmazivanje dvotaktnih motora koji su korišteni kao pogonski agregati na čamcima i brodicama te za podmazivanje lančanih pila i drugih alata u poljoprivredi i šumarstvu.

S vrlo velikom vjerojatnošću može se pretpostaviti da će se u neposrednoj budućnosti ekološki zahtjevi u tom pogledu još više povećati i pooštriti. Može se očekivati da će se kontrolirati utjecaj motornih vozila na okoliš u njihovom čitavom radnom vijeku, te kod njihovog konačnog zbrinjavanja kao otpadni materijal. U tom složenom i dugotrajnom procesu tribologija igra vrlo značajnu ulogu i ne može je se, kao do sada, smatrati samo znanošću ili strukom koja se bavi isključivo smanjenjem trenja i boljim podmazivanjem.

Tribologija doprinosi i učinkovitosti i prihvatljivoj proizvodnji komponenata za sklapanje automobila, posebno kod rezanja, savijanja i obrade metalnih limova. Njezina uloga nije samo poboljšanje kvalitete goriva, maziva i tehnike podmazivanja, nego i utjecaj na proizvodnju maziva i goriva s ekološkog stajališta, a posebno kod recikliranja ili konačnog zbrinjavanja.

Izazovi tribologije kao znanosti i područja djelovanja mogu se svrstati u smanjenje trošenja na najmanju moguću mjeru i produženje vijeka trajanja pojedinih strojeva i uređaja, te korištenje, što je više moguće, ekološki prihvatljivijih goriva i maziva. Udovoljavanje svim ovim izazovima nije niti jednostavno niti jeftino. To je moguće postići samo ukoliko svi shvate osnovnu bit tribologije, a to je smanjenje trenja i trošenja te poboljšanje mazivosti u brojnim svakodnevnim potrebama i primjerima.

Inteligentni sustav za uklanjanje krutih čestica

Krute čestice poznate pod nazivom partikulati nastaju pri izgaranju plinskih ulja u dizelovim motorima i jedan su od značajnih zagađivača atmosfere. Stručnjaci General Motorsa i Opela su razradili posve novi, uvjetno rečeno inteligentni filter, odnosno sustav za uklanjanje partikulata nazvan DPF (Diesel Particulate Filter). Ovaj novi tip filtra navodno ne utječe na performance motora, a potrošnja goriva i sadržaj ugljičnog dioksida u ispušnim plinovima su isti kao i kod klasičnih ispušnih lonaca. Taj sustav uključuje primarni katalizator u blizini samog motora, a oksidacijski katalizator uklanja ugljični monoksid i neizgorene ugljikovodike.

Diesel Particulate Filter se sastoji od keramičkog središta sačastog oblika načinjenog od silicijskih karbida, a perforiran je mikroskopski malim kanalima. Ispušni plin prolazi kroz zidove kanala na kojima se čestice skupljaju. Nečistoća se mora neprekidno spaljivati kako bi se spriječio veliki povratni tlak. Umjesto da se koriste aditivi u gorivu za proces pročišćenja, ovaj novi sustav predviđa tanak sloj specijalnog metala na filteru te ubrizgavanje dodatne količine goriva, kako bi se podigla temperatura na potrebnih 600°C. Da se to omogući potrebno je ugraditi fleksibilan sustav za ubrizgavanje s obzirom da se taj filter mora djelotvorno razraditi ne samo kada motor radi pod punim opterećenjem i kod velikih brzina vrtnje, nego i u uvjetima hoda u prazno i pri malim opterećenjima u zimskim uvjetima vožnje. Ovaj je filterski sustav posebno učinkovit kod dizelovih motora najnovije generacije s direktnim ubrizgavanjem goriva.

Sustav predviđa stalnu i preciznu kontrolu ubrizgavanja goriva, i to količinu i tlak pod kojim se gorivo ubrizgava u cilindre motora. Prednost, ali i uvjet pod kojim učinkovito radi ovaj filter za uklanjanje krutih čestica iz ispušnih plinova dizelovih motora je inteligentni sustav koji prati proces regeneracije, odnosno spaljivanja čestica u nepravilnim vremenskim razmacima, tj. onda kada se skupilo dovoljno čestica da se uključi sustav dodavanja goriva, odnosno spaljivanje partikulata u samom filteru. Sustav omogućuje da ovaj proces kontrolira i uključuje senzor tlaka i temperature u DPF modulu. Između primarnog katalizatora kod motora i filtra čestica nalazi se oksidacijski katalizator ispod poda automobila, koji reducira količinu ugljičnog monoksida i neizgorjelih ugljikovodika u ispuhu. Ovim se sustavom smanjuju i količine dušikovih oksida u ispušnim plinovima, kako je to propisano Euro 4 normama, koje će stupiti na snagu 1. siječnja 2006. godine i kojima će morati udovoljiti svi automobili proizvedeni nakon tog datuma.

ILSAC GF-4 nove specifikacije za motorna ulja

Iako su današnje specifikacije za kvalitetu motornih ulja za benzinske motore u primjeni tek vrlo kratko vrijeme, postavlja se pitanje nije li prerano već sada govoriti o njihovoj promjeni i usvajanju novih ILSAC GF-4 propisa.

Možda najbolji odgovor na to pitanje možemo čuti od dr. Mike McMillana, direktora Službe za maziva u Institutu za razvoj i istraživanje General Motorsa. Dr. McMillan je

radio u okviru ASTM-a na testovima za određivanje pumpabilnosti ulja kod vrlo niskih radnih temperatura i teških uvjeta rada. On je i predsjednik ILSAC-a (International Lubricant Standardization and Approval Committee), tj. tijela koje donosi promjene i nove standarde za motorna ulja. Po mišljenju ovog uvaženog stručnjaka u dogledno će se vrijeme morati nešto poduzeti u promjenama specifikacija za motorna ulja namijenjenima za podmazivanje benzinskih motora kako bi se udovoljilo najnovijim LEV-II standardima koji ograničavaju količinu i sastav ispušnih plinova i koji trebaju biti uvedeni u Americi u siječnju 2004. godine.

I kod donošenja prijašnjih GF-2 i sadašnjih GF-3 specifikacija dolazilo je do poteškoća zbog kratkoće vremena u kojem su se navedene specifikacije trebale prihvatiti. Međutim, s ovim najnovijim ILSAC GF-4 specifikacijama je još mnogo teža situacija, jer vrijeme usvajanja postaje kritično uzimajući u obzir spomenute specifikacije za ispušne plinove koje su prihvaćene i koje će za vrlo kratko vrijeme postati obvezne.

LEV-II specifikacije predviđaju daljnje smanjenje ugljikovog monoksida i dušičnih oksida u ispušnim plinovima, a posebna se pažnja posvećuje dopuštenim količinama fosfora i sumpora u gorivu i u motornim uljima, jer ovi elementi mogu ozbiljno trovati katalizatore koji se ugrađuju u ispušne lonce suvremenih automobila.

Pri tome se ne smije zanemariti činjenica da motorna ulja po novim specifikacijama ne budu preskupa i da ne utječu nepovoljno na trajnost i druge performance samog motornog agregata. Produljeni vijek trajanja motornog ulja u primjeni također ima važnu ulogu, tim prije, što se od suvremenih automobilskih motora očekuje da se što manje vremena i novca troši na njihovo redovno održavanje i uporabu. Vijek trajanja ulja i CAFE (Corporate Average Fuel Economy) imaju također vrlo važnu ulogu kod donošenja novih standarda za kvalitetu motornih ulja.

Aditivi u tekućinama za obradbu metala

Procjenjuje se da se danas u svijetu godišnje potroši približno 36,7 milijuna tona raznih mazivih ulja. Od te količine oko 90% otpada na mineralna ulja, a ostatak predstavljaju razne kombinacije kemijskih spojeva koje se u mineralna ulja dodaju kao aditivi. Ovi se aditivi dodaju kako bi poboljšali fizikalno-kemijska i primjenska svojstva osnovnog fluida, u ovom slučaju mineralnih ulja, ili kako bi zaštitili materijale s kojima ova ulja dolaze u dodir prigodom korištenja. Tekućine za obradbu metala predstavljaju oko 5% ukupno potrošenih mazivih ulja, odnosno 1,65 milijuna tona godišnje.

Niže legirane tekućine za obradbu metala sadrže između 2-3% aditiva, dok one namijenjene korištenju u posebno otežanim i specifičnim uvjetima rada mogu sadržavati i do 50% aditiva. Ovako velika i raznovrsna potrošnja tekućina za obradbu metala predstavlja vrlo velik izazov, ne samo proizvođačima maziva, već i pred proizvodnju aditiva postavlja specifične i često teško rješive zadatke.

U narednim će se godinama pred tim industrijama naći sljedeći problemi koje će trebati u dogledno vrijeme rješavati i dati potpune odgovore. To su:

- toksičnost gotovog proizvoda,
- utjecaj na okoliš,
- raspoloživost sirovina,
- kemizam aditiva,
- radna svojstva u primjeni,
- utjecaj globalizacije,
- cijena gotovih proizvoda.

Danas se posebna pažnja posvećuje utjecaju aditiva na zdravlje ljudi koji dolaze u dodir s njima ili gotovim proizvodima, na sigurnost na radu i utjecaju na okoliš, i to znatno više negoli je to bio slučaj prije 15 ili 20 godina.

Promjene u pristupu tekućinama za obradbu metala će u narednom desetljeću nesumnjivo biti još mnogo veće i radikalnije. Posebno se to odnosi na proizvođače aditiva za tekućine za obradbu metala, jer upravo aditivi u tim tekućinama imaju odlučujuću ulogu u fleksibilnosti njihove primjene. Do sada postignuti rezultati ne samo u primjeni i svakodnevnoj praksi, nego i u znanstveno-stručnoj literaturi koja donosi dostignuća raznih instituta i laboratorija na tom planu, ukazuju da će proizvođači aditiva, a nakon toga i naftna industrija, znati i moći odgovoriti na izazove koje pred njih postavljaju uvjeti i primjena tekućina za obradbu metala.

Spiralni kružni tribometar za ispitivanje mazivih masti

Vrlo teški uvjeti rada kojima moraju udovoljiti mazive masti u mnogobrojnim primjenama, a posebno kod korištenja podmazivanja jako opterećenih ležajeva u svemirskim letjelicama i u zrakoplovstvu, vojnom i civilnom, uvjetovali su izradu mnogih često i sofisticiranih aparata i uređaja na kojima se ispituje i provjerava njihova kvaliteta i primjenska svojstva. Produženi vijek korištenja i visoka kvaliteta se zahtijeva ne samo u mehaničkim dijelovima letjelice, nego i od drugih sastavnih dijelova, kao što su baterije, elektronski uređaji, kompjutori pa tako i maziva ulja i masti. Praktična ispitivanja svih ovih dijelova i komponenti su ne samo vrlo skupa, nego i zahtijevaju dulje vrijeme, pa čak i po nekoliko godina. Da se uštedi na vremenu i na uložnim financijskim sredstvima, razrađene su brojne metode i ubrzana ispitivanja, kako bi se jeftinije i brže došlo do potrebnih rezultata i utvrdila kvaliteta i vrijednost pojedinog sastavnog ili potrošnog materijala.

Kod ocjenjivanja mazivih masti posebna se pažnja posvećuje vremenu njihovog korištenja odnosno potrebne zamjene, otpornost na trošenje, antikorozijsku zaštitu, koeficijent trošenja i slično. Tako su uvedeni aparat s ekscentričnim ležajem, vakuum tribometar sa četiri kugle i SOT spiralni kružni tribometar (Spiral Orbit Tribometer) kao uređaji na kojima bi se u kraćem vremenu i uz male troškove moglo ocijeniti kvalitetu i upotrebljivost pojedinih mazivih masti i uobičajenih i onih

koje su namijenjene korištenju u posebno teškim i dugotrajnim uvjetima rada, i to čak i u uvjetima ekstremno velikog vakuuma.

Masti koje su dale najbolje rezultate u tako strogim uvjetima rada su izrađene iz ulja dobivenih višestrukom alkilacijom ciklopentana ili perfluoropolialkiletera, a ugušćene su PTFE-om (politetrafluoretilenom). Ispitivanja su pokazala da su mazive masti dobivene višesruko alkiliranim ciklopentanom MAC (multiply alkylated cyclopentane) prikladne za dugotrajno korištenje (longlife) dok su one dobivene iz PFPE (perfluoropolyalkylather) prikladne samo za kraću trajnu uporabu.

Nova generacija ulja za diferencijale

U zadnjih nekoliko godina najveći porast u prodaji vozila na globalnom tržištu bilježe lagani kamioni i sportska vozila. Računa se da je bez obzira na stagnaciju u porastu prodaja automobila, njihov godišnji rast oko 7%. Posebnu zaslugu za taj rast pored ostalog ima i manja potrošnja goriva po prijeđenom kilometru, koja karakterizira ova vozila i to kod svih vodećih svjetskih proizvođača. Relativno manja potrošnja goriva se postigla korištenjem lakših konstrukcijskih materijala, promjenama kod projektiranja pogonskih agregata, aerodinamičnim izgledom vozila, korištenjem suvremenih mazivih ulja manje viskoznosti, promjenama izgleda i drugim raznim poboljšanjima. Također i konstrukcije i materijali iz kojih su izrađeni transmisijski sklopovi, a u prvom redu sam diferencijal na pogonskim osovima, nisu mogli ostati bez bitnih izmjena koje bi pridonijele uštedi energije a u krajnjem slučaju i do manje potrošnje goriva.

Konstrukcijske promjene na diferencijalima omogućile su njihovu izradu, ali s manjim dimenzijama, što je pak rezultiralo većim zagrijavanjem i potrebom za posebnom kvalitetom i karakteristikama diferencijalnih ulja za podmazivanje. Poseban zahtjev na kvalitetu i trajnost ulja za diferencijale manjih dimenzija jest i manja količina mazivog ulja. Iz iznesenog se vidi da je glavni izazov nove generacije ulja za diferencijale zadovoljenje dva osnovna uvjeta: trajnost samih zupčanika i vitalnih dijelova diferencijala i smanjenje potrošnje energije, odnosno u ovom slučaju pogonskog goriva. Da se udovolji ovim izazovima i zahtjevima, postoji više tehnoloških i konstrukcijskih rješenja i kombinacija. Tradicionalno se pribjegavalo korištenju mazivih ulja niže viskoznosti, no njihovo korištenje je moglo dovesti u pitanje trajnost sastavnih dijelova diferencijala, u prvom redu zupčanika.

Istraživanja su pokazala da sintetička ulja imaju određene prednosti i to prvenstveno kod povišenih temperatura i viših pritisaka. Dobre su rezultate pokazale i smjese težih mineralnih baznih ulja s višom viskoznošću i sintetičkim komponentama. Međutim, same kombinacije mineralnih baznih ulja i sintetičkih komponenti ne mogu dati odgovore na sve zahtjeve. Tek kada se odabere pravo bazno ulje, koje će odgovoriti primjenskim uvjetima, treba odabrati kombinacije i pakete aditiva koji će onda sinergijski s baznim uljem dati optimalno rješenje.

Marko Sušak